

Adaptive dynamische Klimadatenbank der Region Dresden bis 2100 (Endfassung)

Produkt P2.1a

Version: 1.0
Status: Endfassung
Datum: 24.07.2012

TP 2.1 - TP "Klimakenngrößen"

TP-Leiter: Prof. Christian Bernhofer
TU Dresden
Professur für Meteorologie

Bearbeiter: Majana Heidenreich
TU Dresden
Professur für Meteorologie

Kontakt: Majana Heidenreich
TU Dresden
Professur für Meteorologie
Pienner Str. 21, 01737 Tharandt
Tel.: 0351/46339103
Fax: 0351/46331302
E-Mail: majana.heidenreich@tu-dresden.de

REGKLAM

Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung
Förderkennzeichen: 01 LR 0802

Koordination: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR)
Weberplatz 1, 01217 Dresden
Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Bernhard Müller

www.regklam.de

1. REGKLAM-Datenbank

Die REGKLAM-Datenbank ist seit Februar 2009 aufgebaut. Die erste Version enthielt Beobachtungsdaten des deutschen und tschechischen Wetterdienstes (1951-2005) und Projektionsdaten der regionalen Klimamodelle CLM und WETTREG (1960/1961-2100) für ein erweitertes Datengebiet (150 km x 150 km).

Seitdem wurde die Datenbank schrittweise um folgende Beobachtungs- und Modelldaten erweitert:

- Messdaten des agrarmeteorologischen Messnetzes (1994-2008)
- Niederschlagsdaten der Stadtentwässerung Dresden (1996-2007)
- Modelloutput des Klimamodells REMO (1951-2100)
- verdrifteter Niederschlag des Modells REMO
- Daten des Modells WEREX IV (1961- 2100)
- Modelldatensatz WETTREG 2010 (1961- 2100)
- Nachführung der Beobachtungsdaten des deutschen und tschechischen Wetterdienstes von 2006 bis 2010

Damit sind für Sachsen neben den Beobachtungsdaten bis 2010 die Klimadaten von fünf hochaufgelösten regionalen Klimamodelle in der Datenbank enthalten und nutzbar.

Zum Download von Daten aus der Datenbank wurde eine Benutzeroberfläche (REGKLAM GUI 1.0.0 - GUI: Graphical User Interface) erstellt und weiterentwickelt. Es handelt sich um eine grafische Benutzeroberfläche, mit welcher der Nutzer Daten aus der REGKLAM-Klimadatenbank exportieren, darstellen und analysieren kann. Die Benutzeroberfläche steht im Intranet zur Verfügung. Damit ist ein anwenderfreundlicher und übersichtlicher Zugang zur Datenbank für alle Nutzer von Klimadaten geschaffen worden.

Um bei der hohen Datenmenge eine bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Teilprojekte zu erzielen, ist es sinnvoll die Nutzung der Daten auf einige wesentliche Datensätze zu konzentrieren und innerhalb von REGKLAM abzustimmen. Dazu wurden im April 2010 „Nutzervorgaben für die Verwendung von Klimaprojektionsdaten in REGKLAM“ herausgegeben. Mit der Integration des Modells WETTREG 2010 in die Datenbank wurde 2012 eine Anpassung der Nutzerempfehlungen vorgenommen (siehe Anhang). Diese beinhaltet auch eine Bewertung des Datensatzes von WETTREG 2010 in Bezug auf Plausibilität und Datenverfügbarkeit.

Weitere Informationen siehe REGKLAM Intranet:

https://team.ioer.de/ssf/a/do?p_name=ss_forum&p_action=1&action=view_permalink&finderId=1719&entityType=folder

Nutzervorgaben für die Verwendung von Klimaprojektionsdaten in REGKLAM

Aktualisierung Juli 2012

Majana Heidenreich, Johannes Franke, Christian Bernhofer, Kathrin Riedel (TUD)

Aufgrund der Ergebnisse von Datenanalysen und neuer Klimaprojektionen wurde eine Aktualisierung der Nutzervorgaben notwendig (siehe unten).

April 2010

Nils Feske, Maria Foltyn (LfULG)

Majana Heidenreich, Christian Bernhofer, Kathrin Riedel (TUD)

Vorbemerkung

Die vorliegenden Nutzervorgaben stehen in enger Verbindung mit dem Dokument „Zukunft der Modellregion, Anleitung zur Verwendung von Szenarien und Handlungsalternativen“ erarbeitet unter Leitung von TP 2.4 (Jochen Schanze & Axel Sauer).

Klimaprojektionen für REGKLAM

Im Rahmen des Projektes REGKLAM werden verschiedene Datensätze regionaler Klimaprojektionen bereitgestellt. Die Vielfalt existierender regionaler Klimamodelle (statistische und dynamische Verfahren) und die unterschiedlichen Randbedingungen (Emissionsszenarios) stellen eine Herausforderung bei der Verwendung und Interpretation der Klimamodellergebnisse dar. Einerseits erwächst aus dieser Vielfalt überhaupt erst die Möglichkeit, eine Bandbreitenabschätzung zukünftig möglicher Entwicklungen vorzunehmen und bestehende Unsicherheiten zu berücksichtigen, andererseits können die vielfältigen Ansprüche der verschiedenen Datennutzer innerhalb des Projektes erschwerend auf die Erarbeitung einer gemeinsamen Anpassungsstrategie für die Modellregion wirken. Um eine bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Teilprojekte zu erzielen, ist es deshalb sinnvoll die Nutzung der Daten auf einige wesentliche Datensätze zu konzentrieren und innerhalb von REGKLAM abzustimmen. Nachfolgend wird ein Überblick über den aktuellen Stand der Datenbereitstellung im Projekt gegeben und es werden konkrete Vorgaben für die Nutzung der Klimaprojektionsdaten im Projekt gemacht. Wesentliche statistische Charakteristika der verschiedenen Modelle, Modell-Läufe, Emissionsszenarios bzw. klimatischen Parameter werden in den Berichten des Teilprojektes 2.1 zusammengefasst und u. a. im Intra- und Internet bereitgestellt (Feske et al., 2010, Bernhofer et al., 2011).

REGKLAM-Klimadatenbank

Der Datenbestand der REGKLAM-Klimadatenbank umfasst die Simulationsergebnisse der Regionalmodelle CLM, REMO, WEREX IV und WETTREG (Tab. 1). Das statistische Klimamodell WETTREG (WETTREG 2006) wurde weiterentwickelt und heißt in der neuen Version WETTREG 2010. Alle in REGKLAM bereitgestellten regionalen Klimamodelle wurden durch den ersten Lauf des Globalmodells ECHAM5/MPI-OM angetrieben. Lediglich CLM liefert auch Klimaprojektionen, die mit dem zweiten Lauf dieses Globalmodells angetrieben wurden. Die Klimaprojektionen unterteilen sich in den Kontroll-Lauf (auch 20C-Lauf, 1961–2000) und die Szenarioläufe (2001–2100). Beim Kontroll-Lauf entsprechen die Kohlendioxid-Konzentrationen in der Atmosphäre den beobachteten, während für den Szenariozeitraum ab 2001 die IPCC-Emissionsszenarios A1B, A2 und B1 verwendet werden.

Die Datensätze liegen als Tageswerte in Form von Zeitreihen für Gitterpunkte (dynamische Modelle CLM und REMO) bzw. für Standorte von Messstationen (statistische Modelle WEREX IV, WETTREG 2006 und WETTREG 2010) vor. Für das Modell CLM stehen jeweils zwei Läufe für die Emissionsszenarios A1B und B1 zur Verfügung. Für die Modelle WEREX IV und WETTREG 2006 existieren für den ersten Globalmodelllauf jeweils drei Klimaverläufe für die Emissionsszenarios A1B, A2 und B1. Diese wurden statistisch unter Annahme einer „trockenen“, „normalen“ und „feuchten“ Atmosphäre erzeugt. Im Falle von REMO sind die verfügbaren Simulationen auf einen Modell-Lauf, Emissionsszenario A1B, beschränkt.

Die *neue Modellversion WETTREG 2010* stellt für den ersten Globalmodelllauf und die drei IPCC-Emissionsszenarios A1B, A2 und B1 je 10 Realisierungen zur Verfügung. Es wurden keine speziellen Klimaverläufe (trocken, feucht, normal) wie bei den Vorgängermodellen WEREX IV und WETTREG 2006 erzeugt. Um Daten aus der REGKLAM-Klimadatenbank zu nutzen steht eine grafische Benutzeroberfläche (REGKLAM-GUI) im Intranet zur Verfügung.

Tab. 1: Regionale Klimaprojektionsdaten in der REGKLAM-Klimadatenbank

| Modell | CLM | REMO | WEREX IV | WETTREG (2006/2010 ¹) |
|----------------------------|---|---|--|--|
| Betreiber | COSMO | MPI-Met Hamburg | CEC-Potsdam | CEC-Potsdam |
| Auftraggeber | DWD, PIK, BTU, GKSS | UBA | LfULG | UBA |
| Typ | Dynamisches Modell (nicht hydrostatisch) | Dynamisches Modell (hydrostatisch) | Statistisch-dynamisches Modell | Statistisch-dynamisches Modell |
| Prinzip | numerische Simulation des Atmosphärensystems unter geänderten Randbedingungen | numerische Simulation des Atmosphärensystems unter geänderten Randbedingungen | Ableitung von meteorologischen Zeitreihen aus Veränderungen der Häufigkeit von Wetterlagen | Ableitung von meteorologischen Zeitreihen aus Veränderungen der Häufigkeit von Wetterlagen |
| Globalmodellantrieb | ECHAM5/MPI-OM T63, Lauf 1 und 2 | ECHAM5/MPI-OM T63, Lauf 1 | ECHAM5/MPI-OM T63, Lauf 1 | ECHAM5/MPI-OM T63, Lauf 1 |
| Räumliche Auflösung | 18x18 km (0,2°) Rasterdaten | 10x10 km (0,088°) Rasterdaten | abhängig von Stationsdichte, Punktdaten | abhängig von Stationsdichte, Punktdaten |
| Zeitliche Auflösung | Tageswerte | Tageswerte | Tageswerte | Tageswerte |
| Kontroll-Läufe | 2 x 20C (1960-2000) | 1 x 20C (1951-2000) | 3 x 20C (1961-2000) | 3/10 x 20C (1961-2000) |
| Projektions-Läufe | 2 x A1B (2001-2100) 2 x B1 (2001-2100) | 1 x A1B (2001-2100) | 3 x A1B (2001-2100) 3 x B1 (2001-2100) 3 x A2 (2001-2100) | 3/10 x A1B (2001-2100) 3/10 x B1 (2001-2100) 3/10 x A2 (2001-2100) |

1 Neue Modellversion (Vorgängermodell WEREX IV/WETTREG 2006)

Die Ergebnisse der dynamischen Modelle können nicht als gitterpunktgenaue Werte interpretiert werden, sondern sie repräsentieren Mittelwerte in Raum und Zeit mit der entsprechenden Modellauflösung (Gitterweite und Zeitschritt). Von den Modellentwicklern wird empfohlen für die räumliche Analyse mehrere Gitterboxen² zu verwenden (s. Nutzungshinweise der jeweiligen Modelle). Diese Empfehlungen zur Verwendung von Ausschnitten der regionalen Modelldaten können differenziert angewendet werden. Es kann durchaus zulässig sein, Beobachtungsdaten auch mit einzelnen Gitterboxen zu vergleichen, wenn man sich vorher vergewissert, dass die umgebenen Gitterboxen ähnliche Daten zeigen bzw. wenn orographische Einflüsse durch ein stark gegliedertes Gelände nach der Mittelung große Verzerrungen in der Statistik erzeugen. Die zeitliche Analyse sollte einen Mittelungszeitraum von 30 Jahren umfassen. Es dürfen keine Einzeltermine analysiert werden, sondern nur statistische Betrachtungen vorgenommen werden.

Nutzervorgaben für die Auswahl und Verwendung von Projektionsdaten

Anliegen dieser Nutzervorgaben ist es, die Entwicklung einer regionalen Anpassungsstrategie und die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Teilprojekten zu unterstützen und zu vereinfachen. Eine solche Vereinfachung besteht in der möglichst verbindlichen Konzentration der Untersuchungen auf bestimmte Zeiträume und Modell-Läufe.

Vorgaben für die Festlegung von Untersuchungszeiträumen

Untersuchungen auf der Grundlage von Klimadaten sollen in Abhängigkeit von der Zielstellung auf die nachfolgend aufgeführten 30-Jahres-Zeitscheiben konzentriert werden (Tab. 2).

Tab. 2: Vorgaben für Datennutzer: REGKLAM-Zeitscheiben

| Zeitraum | Bezeichnung | Bemerkungen |
|---------------------------|--|--|
| 1961-1990 | Vergangenheit | Klimanormalperiode (offizielle meteorologische Referenzperiode der WMO); Eigenschaften in Sachen ähnlich dem Mittel des 20. Jahrhunderts |
| 1991-heute (1991-2020) | kurzfristiger Planungshorizont (Trends der nahen Vergangenheit) | sich deutlich abzeichnende Klimaänderungen erlauben Rückschlüsse auf Klimafolgewirkungen anhand von Beobachtungsdaten |
| 2021-2050 | mittelfristiger Planungshorizont | deutliche Klimaänderungen gegenüber den letzten 20 Jahren; geringe Unterschiede zwischen den Emissionsszenarios |
| 2071-2100 | langfristiger Planungshorizont | massive Klimaänderungen; deutliche Unterschiede zwischen den Emissionsszenarios |

Vorgaben für die Auswahl von Modell-Läufen

Häufig besteht im Rahmen von Klimafolgenuntersuchungen großes Interesse an vergleichenden Betrachtungen verschiedener möglicher Entwicklungen. Die Vielfalt an Szenarios und Vergleichsmöglichkeiten ist dabei groß. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Unterschiede zwischen Emissionsszenarios (emissionsbedingte Bandbreite), Modellen (modellbedingte Variabilität) sowie Modell-Läufen eines Modells (klimabedingte Variabilität) zu berücksichtigen. Im Hinblick auf die Datenvielfalt ist es zunächst notwendig, die jeweilige Zielstellung der Untersuchung anhand dieser Vergleichsmöglichkeiten näher zu

2 CLM: in homogenem Gelände 5x5 und 3x3 Gitterboxen in stärker gegliedertem Gelände

REMO: 3x3 Gitterboxen (Beim Niederschlag sollen die Beobachtungswerte mit einem Mittel von mindestens 4 bis 9 Gitterboxen verglichen werden.)

definieren. Daran anknüpfend erfolgt die Auswahl der Modell-Läufe. Weitere Entscheidungskriterien sind Analyseergebnisse der Modell-Läufe, z. B. statistische Charakteristika und systematische Abweichungen zwischen Beobachtungen und Simulationen. Im Rahmen dieser Analysen wurde festgestellt, dass die in REGKLAM verwendeten Klimaverläufe trocken, *normal*, *feucht*³ (WEREX IV, WETTREG 2006) teilweise fehlerbehaftet sind. Die Modellentwickler (CEC Potsdam GmbH) empfehlen, die Tagesdaten dieser Läufe nicht zum Antrieb von Wirkmodellen zu verwenden. Betroffene Teilprojekte können sich an das Teilprojekt 2.1 wenden. Die klimatische Auswertung (raum-zeitliche Mittelung) wird als zulässig eingeschätzt. Aufgrund dieser Erfahrungen wurde der Datensatz der neuen Modellversion WETTREG 2010 umfassenden Tests unterzogen (Vorgehen und Ergebnisse siehe Anhang A). Eine Gewähr auf Fehlerfreiheit kann aber nicht gegeben werden. Als Konsequenz daraus werden die Vorgaben zur Nutzung von Klimaprojektionen in REGKLAM angepasst und sehen wie folgt aus (siehe auch Abb. 1):

Vergleiche zwischen Emissionsszenarios (emissionsbedingte Bandbreite)

Aufgrund der nicht vorherzusagenden zukünftigen Emissionsentwicklung ist es generell sinnvoll, verschiedene Emissionsszenarios in Klimafolgenuntersuchungen mit einzubeziehen. Im Projekt REGKLAM sollen hierfür die Szenarios A1B und B1 genutzt werden, da diese für drei von vier Modellen zur Verfügung gestellt werden und dadurch eine weitgehende Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleistet werden kann.

Vergleiche zwischen Modellen (modellbedingte Variabilität)

Liegt der Schwerpunkt auf dem Vergleich verschiedener Modelle, so können die Ergebnisse von vier regionalen Klimamodellen verwendet werden. Hierbei sollten die verwendeten Simulationen auf das Emissionsszenario A1B beschränkt bleiben, um den Datenumfang zu reduzieren und gleichzeitig eine hohe Vergleichbarkeit zu garantieren. Eine weitere Eingrenzung der zu analysierenden Klimaprojektionen im Rahmen eines Modellvergleiches ist die bevorzugte Nutzung des Laufes 1 von CLM und die Nutzung der WETTREG 2010-Läufe.

Vergleiche innerhalb eines Modells (klimabedingte Variabilität, unterschiedliche Realisierungen)

Ist das Ziel die klimabedingte Variabilität abzuschätzen, müssen möglichst alle Läufe des jeweiligen Modells berücksichtigt werden. Für Untersuchungen dieser Art wird die Verwendung der Modell-Läufe von CLM (1 und 2) und WETTREG 2010 (00 bis 99) empfohlen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass 1.) CLM und WETTREG 2010 unterschiedliche Modelltypen darstellen, und daher die Bandbreite der jeweiligen Läufe unterschiedlich zu bewerten ist und 2.) jedes Klimamodell nur mögliche Realisierungen unter den gegebenen Randbedingungen liefert, die genau wie das beobachtete Klima nur statistisch über lange Zeiträume interpretiert werden können.

³ Die ursprünglichen zehn Realisierungen der Modelle WEREX IV und WETTREG 2006, die die Grundlage für die Klimaverläufe *normal*, *trocken* und *feucht* bilden, weisen die festgestellten Fehler nicht auf.

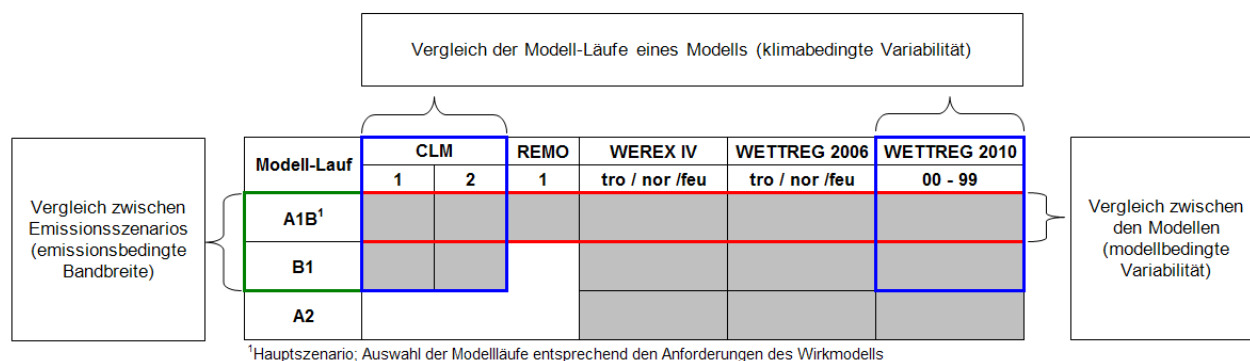


Abb. 1: Vorgaben für Datennutzer: Auswahl der Modelle, Modell-Läufe und Emissionsszenarios

Umgang mit Unsicherheiten

Die Vielfalt und Bandbreite der Klimaprojektionen bedingt, dass Aussagen über die zukünftige Entwicklung nicht nur auf einem Szenario bzw. Modell basieren dürfen. Auch sich widersprechende Klimaszenarios müssen bei der Planung mit berücksichtigt werden. Exemplarisch sei dies anhand der projizierten Sommer- und Frühjahrsniederschläge erläutert (Abb. 2). Die projizierte Entwicklung der Sommerniederschläge weist bei allen Modellen die gleiche Grundrichtung auf – abnehmende Niederschläge. Damit ist das Fehlerrisiko für weitergehender Schlussfolgerungen auf Grundlage nur eines Modells vergleichsweise gering. Im Falle des Frühjahrsniederschlages stellt sich die durch die Modelle projizierte Entwicklung hingegen uneinheitlich dar. In diesem Fall sind Schlussfolgerungen auf der Basis nur eines Modells riskant. Letztendlich obliegt es aber stets dem Datennutzer, die fachspezifische Bedeutung einzelner Parameter einzuschätzen und eine angemessene Bandbreite an Eingangsdatensätzen festzulegen. Ausführlich wird das Thema Unsicherheiten im Heft 2 der REGKLAM-Publikationsreihe behandelt (Bernhofer et al., 2011).

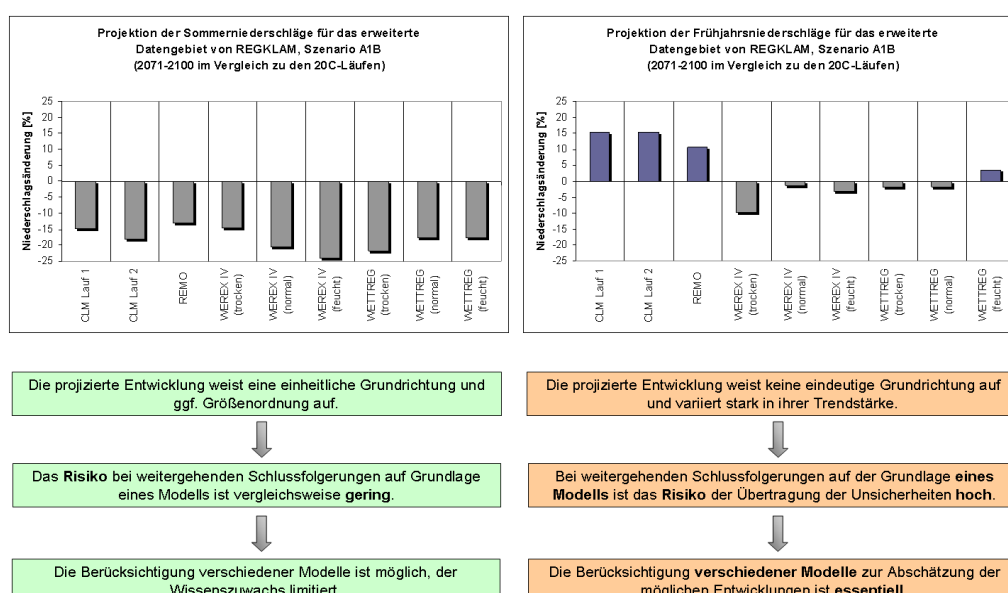


Abb. 2: Umgang mit Unsicherheiten am Beispiel projizierter Niederschlagsänderungen

Referenzen

Berhofer C, Matschullat J, Bobeth A (Hrsg.), 2011: Klimaprojektionen für die REGKLAM-Modellregion Dresden. REGKLAM-Publikationsreihe, Heft 2, Berlin: Rhombos-Verlag.

Feske N, Franke J, Heidenreich M, Kuchler W, Mellentin U, Bernhofer C, 2010: Klimaprojektionen für REGKLAM. Leitfaden und nutzerorientierter Ergebniskatalog für die Verwendung und Interpretation von Klimaprojektionsdaten. REGKLAM, Bericht des Teilprojektes 2.1.

Anhang A

Überprüfung des Datensatzes WETTREG 2010

Der Datensatz WETTREG 2010 wurde für eine Verwendung innerhalb von REGKLAM auf Plausibilität und Datenverfügbarkeit überprüft. Der Datensatz besteht aus simulierten Zeitreihen mit Tageswerten für Klimaelemente. Der Verfügungszeitraum 1961–2100 unterteilt sich in den Kontrolllauf C20 (1961–2000) und die Projektionsläufe (2001–2100). Angenommen wurden die drei Emissionsszenarios A1B, A2 und B1, wobei jeweils 10 Realisierungen (00, 11, 22 bis 99) existieren. Demnach stellt WETTREG 2010 30 Realisierungen für eine mögliche nahe Klimazukunft zur Verfügung. Der Datensatz WETTREG 2010 wurde durch die CEC Potsdam GmbH erzeugt – A1B im Auftrag des UBA Dessau, A2 und B1 im Auftrag des CSC Hamburg.

Die Analysen zur Überprüfung des Datensatzes wurden dekadeweise für die Zeitreihen sächsischer Messstationen durchgeführt. Für die in Tabelle 3 aufgeführten Klimaelemente wurden die Datenverfügbarkeit, der Wertebereich, Einheiten und kausale Abhängigkeiten sowie raum-zeitliche Abhängigkeiten überprüft. Zu den kausalen Abhängigkeiten zählen die Entwicklung der Temperatur, des Niederschlags und der Windgeschwindigkeit mit der Seehöhe sowie die Gegebenheit, dass die simulierten Sonnenscheindauern, in Abhängigkeit der Stationslage und des Kalendertages, astronomisch bedingt unterhalb den maximal möglichen Sonnenscheindauern liegen. Nachfolgend werden die einzelnen Schritte der Überprüfung mit Beispielgrafik näher erläutert. Im Intranet können die ausführlichen Ergebnisse zur Überprüfung des Wertebereichs und der raum-zeitlichen Korrelation für die Temperatur (Min, Mittel, Max) und den Niederschlag für alle drei Emissionsszenarios eingesehen werden (siehe Intranet Ordner /REGKLAM-Team-Arbeitsbereich/Projektergebnisse/Klimadatenbank/Nutzervorgaben). Insgesamt bilden die gewonnenen Erkenntnisse eine Grundlage zur Verwendung von WETTREG 2010 als Dateninput bei der Impact-Modellierung, die bei der Interpretation von Modellergebnissen zu berücksichtigen sind.

Tab. 3: Klimaelemente, Symbole, Einheiten

| Klimaelement | Symbol | Einheit |
|-------------------------|--------|---------------------|
| Niederschlag | RR | (mm) |
| Lufttemperatur (Max) | TX | |
| Lufttemperatur (Mittel) | TM | (°C) |
| Lufttemperatur (Min) | TN | |
| relative Luftfeuchte | RF | (%) |
| Sonnenscheindauer | SD | (h) |
| Bedeckungsgrad | NN | Achtel |
| Windgeschwindigkeit | FF | (m/s) in 10m ü. GOF |
| Luftdruck | PP | (hPa) |
| Dampfdruck | DD | (hPa) |

Datenverfügbarkeit

In Abbildung 3 sind prozentuale Datenausfälle für Elemente (Symbole siehe Tab. 3), jeweils über alle Zeitreihen, angegeben. Auffällig ist, dass die unterschiedliche Datenverfügbarkeit in Zusammenhang mit der oben erwähnten Beauftragung zur Datensatzerzeugung zu stehen scheint. Im Gegensatz zu A1B existieren in den Szenarios A2 und B1 in der Datenverfügbarkeit Unterschiede zwischen dem Kontroll-Lauf (1961–2000) und den Szenarioläufen (2001–2100).

Wertebereich

Der Wertebereich wurde anhand seiner oberen und unteren Begrenzungen für Elemente, jeweils über alle Zeitreihen, auf Plausibilität geprüft. Für alle Realisierungen wurden das absolute Maximum und Minimum sowie Quantile bestimmt. Eine Zusammenfassung für Szenarios erfolgte, indem die absoluten Maxima und Minima sowie der Mittelwert der jeweiligen Quantile über 10 Realisierungen bestimmt wurden (vgl. Abb. 4). Auf der Grundlage dieser gewonnenen Erkenntnisse besteht die Möglichkeit, für Impact-Modellierungen geeignete Realisierungen zur Optimierung des Rechenaufwandes auszuwählen.

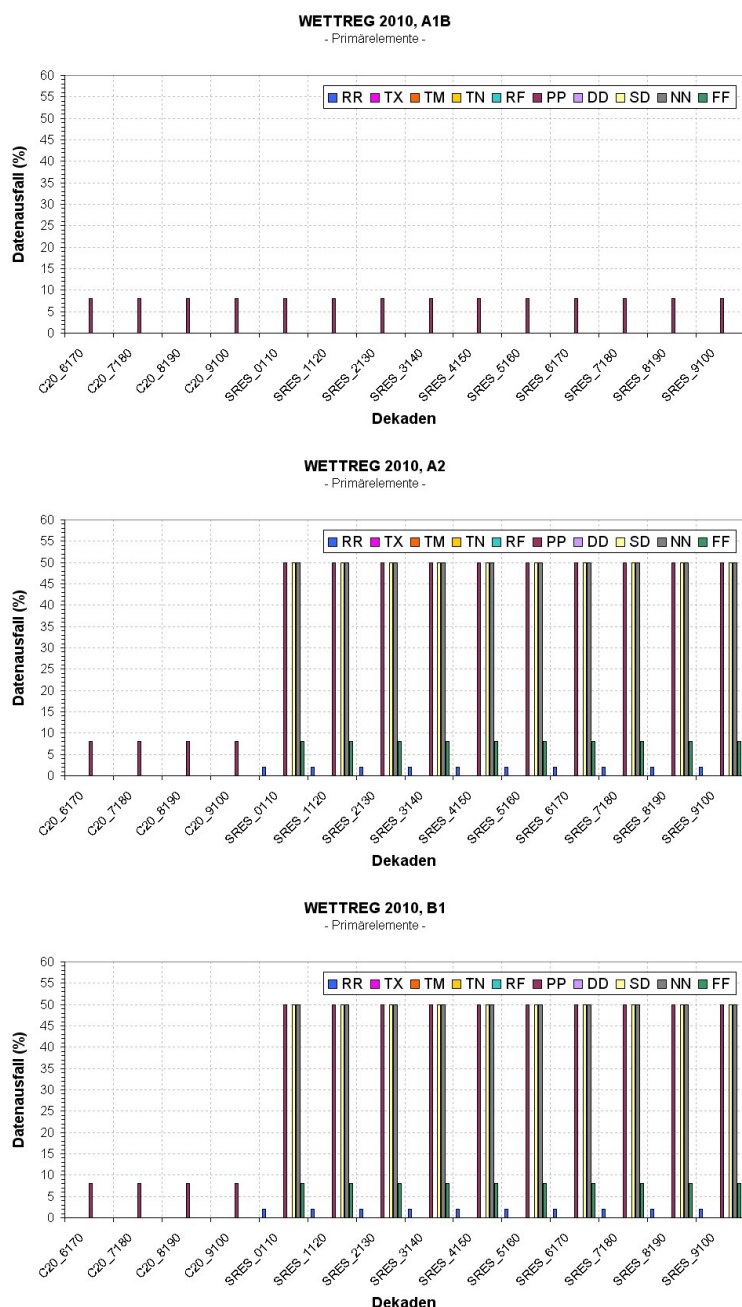


Abb.3: Datenausfall (%) von Klima-
elementen für drei Szenarios (streu-
ungsfreier Mittelwert über 10 Realisie-
rungen)

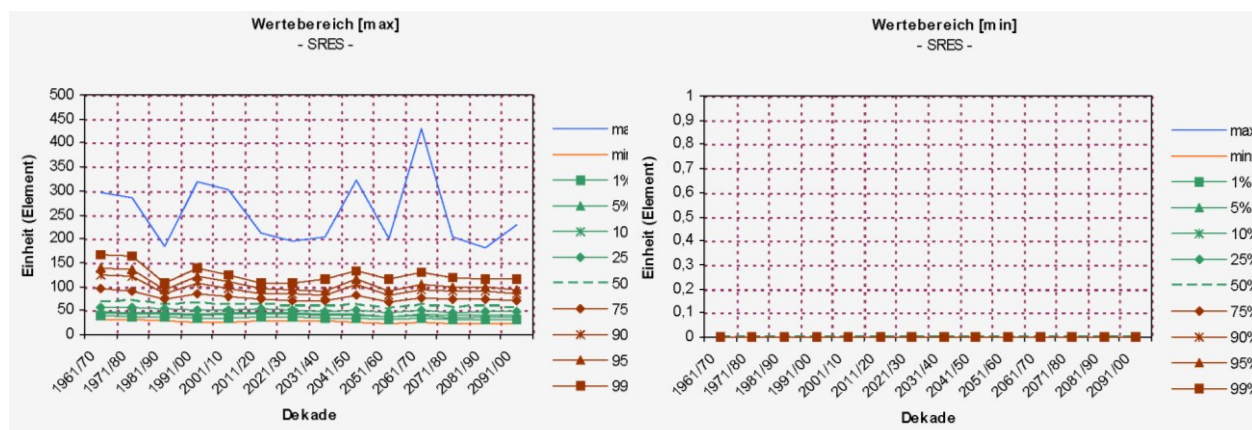


Abb. 4: Maxima, Minima und Quantile (mm) der oberen (links) und unteren (rechts) Begrenzung des Wertebereiches für den Niederschlag, Szenario: A1B

Raum-Zeitliche Korrelation

Zur Bewertung des raum-zeitlichen Zusammenhanges der Zeitreihen für Elemente wurden für die Realisierungen Korrelationsanalysen durchgeführt. Hierbei erfolgte eine Separierung in Jahreszeiten. Für alle möglichen Stationspaare wurde ein Korrelationskoeffizient, in Abhängigkeit zu deren Entfernung (euklidische Distanz), berechnet. Für Entfernungsklassen wurde das Maximum, Minimum und der Mittelwert aus den relevanten Korrelationskoeffizienten bestimmt und aufgetragen (vgl. Abb. 5). Eine Zusammenfassung für Szenarios erfolgte in Analogie zur Wertebereichsanalyse. Die Abstandskorrelation dient der Überprüfung der Ähnlichkeit von Zeitreihen für Klimaelemente in Abhängigkeit ihrer Entfernung. Kausal ist, dass näher gelegene Stationen ähnlicher sind als weiter entfernte.

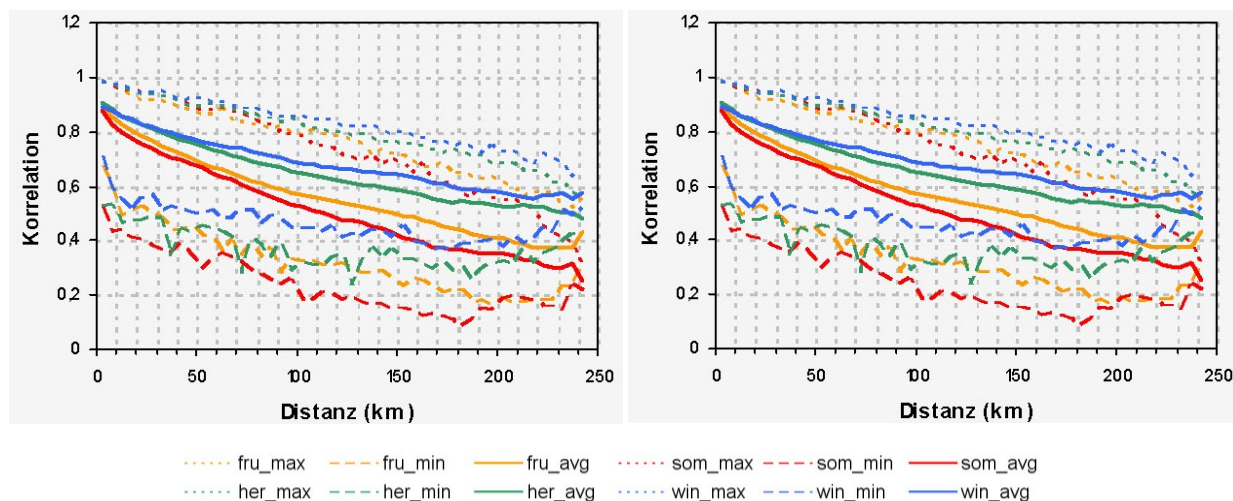


Abb. 5: Maxima, Minima und Mittelwert des Korrelationskoeffizienten für Entfernungsklassen und Jahreszeiten, Element: Niederschlag, Dekade: 1961–1970, Szenario: A1B